

دراسة جودة المياه

تحت السطحية

بمنطقة خيبر

جنوب المملكة العربية السعودية

إعداد د. أحمد عبد القادر المهندس

وتوضح الدراسة تأثير جيولوجية المنطقة على انسياب المياه والتركيب المعدني على المكونات الكيميائية لهذه المياه. ومن خلال التحاليل الكيميائية للمياه تحت السطحية يظهر أن مياه بئري النظر والطلاح بمنطقة خيبر هي أفضل المياه التي يمكن استخدامها لأغراض الشرب والإستهلاك الأدمي. أما بقية المياه في الآبار الأخرى، فتحتاج لمعالجة كيميائية خاصة، ويمكن مع ذلك استخدامها لأغراض الزراعة، ويحتوي أحد الآبار على كمية أكبر من الكبريتات مقارنة بالآبار الأخرى، ويعزى هذا إلى أن الصخور المتحولة التي تكون الحزان تحتوي على معدن البايرايت بكمية صغيرة والذي يتأكسد ليعطي الكبريتات.

تقع منطقة خيبر في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية وترتفع عن سطح البحر بحوالي (١٧٠٠) متراً. وتتميز المنطقة بقلة سقوط الأمطار نسبياً، كما تتميز بطبوغرافية الجبال المنفردة في سهل واسع. وبشكل وادي السليل وما يتفرع منه من وديان أهم المظاهر الهيدرولوجرافية في المنطقة. ويبدو من الدراسة أن معظم الخزانات للآبار الرئيسية في المنطقة توجد في الصخور المتحولة، حيث توجد المياه تحت السطحية في الشقوق والفتحات لهذه الصخور، ما عدا بئر واحدة توجد فيها المياه تحت السطحية في رسوبيات الوادي وفي شقوق الصخور النارية.





إن الغرض من هذه الدراسة هو إلقاء بعض الضوء على صلاحية المياه تحت السطحية في منطقة خيبر للشرب وزراعة المحاصيل مع التركيز على النواحي الجيولوجية والتركيب المعدني للصخور الحاملة لهذه المياه.

• طريقة الدراسة •

تقوم الدراسة على عمل حقل في المنطقة أجراه الباحث خلال عام ١٩٨٠م لفحص الآبار المختلفة في المنطقة من حيث أعماقها ونوعية صخورها ووضعها على الخريطة الجيولوجية، كما أمكن بالإعتماد على خريطة رقم GM-4 (Coleman, 1973) بالإضافة إلى الصور الجوية تحديد حدود التماس الصخرية ومواقع العينات. وقد جمعت عينات المياه (حوالي ٣ لتر لكل عينة في زجاجات نظيفة من البولي إيثيلين Poly-ethylene ومنظفة جيداً بغطاء مطاطي، وأخذت العينات بعد ثلاثة أيام من جمعها للتحليل في المعمل الكيميائي بكلية الصيدلة، جامعة الملك سعود. وقد عملت التحاليل طبقاً للطريقة المتبعة في هذا المعمل. Vogel (1972), APHA-AWWA-WPCF (1976)

كما أن الصخور المختلفة والتي تشكل الخزانات للمياه تحت السطحية بالمنطقة أمكن التعرف عليها وذلك بعمل مقاطعات رقيقة حيث تم

تقع منطقة خيبر في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية وتقع قرية خيبر في مركز متوسط بين القرى، كما تقع فيها الإمارة والتي تتبع من الناحية الإدارية لإمارة عسير (خريطة رقم ١). وتتميز منطقة خيبر بارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر وبانخفاض الرطوبة النسبية وقلة سقوط الأمطار. وتتكون المنطقة أساساً من الصخور النارية والمتحولة. وتتميز منطقة خيبر بأنها سهل تحاتي واسع، وترتفع المنطقة حوالي (١٧٠٠ متراً) فوق سطح البحر مع وجود تضاريس سطح منخفض وأنظمة صرف جيدة التو، كما تتميز المنطقة بطبوغرافية الجبال المنحدرة في سهل واسع، وتوجد الكتل الجرانيتية في هذا السهل غرب وجنوب قرية خيبر التي تقع عند خط طول ٤٢ ٥٢ ٤٠ وخط عرض ٤٧ ٤٦ ١٨ بجوالي ٦٠ كيلومتراً شمال شرق مدينة خميس مشيط. ويبلغ سكان قرية خيبر والقرى المجاورة حوالي ٥٠٠٠ نسمة يعملون أساساً في الزراعة، وهناك بعض البدو الذين يعيشون حول القرى لرعي الماشية. ويوجد في منطقة خيبر نوعان من الموارد المائية هما:

- أ) مياه السيول خلال مواسم الأمطار.
- ب) المياه تحت السطحية من الآبار الضحلة القليلة واخفورة يدوياً.

من التيس التي غزت الصخور المتحولة الحديثة في نفس الوقت بينما توجد صخور الجابرو داخل **Syn forms** للصخور المتحولة الحديثة (Coleman, 1975) أما صخور الكوارتز مونوزونايت التابعة لبني ثور فهي تقطع جميع التراكيب الجيولوجية والصخور الموجودة في المنطقة ولذلك تعد أحدث صخور في المنطقة. توجد بعض القواطع الرأسية **dykes** الأنديزيتية والرايوليتية التي يمكن أن تكون ذات علاقة بـ **East-West normal Faulting** والتي يمكن أن تكون قد نتجت عن تكون البحر الأحمر.

ويوجد دليل واضح على الصدع **Faulting** في منطقة خيبر، ويبرز هذا الدليل في جبل شاع الذي يحتل مكاناً بارزاً في هذه المنطقة (أنظر خريطة رقم ٢٠). يوجد هنا صدع رئيسي ذو اتجاه شرق - غرب بالإضافة إلى صدوع صغيرة أخرى داخل الجبل. وربما يمتد الصدع الرئيسي تحت وادي السليل. توجد بعض الرواسب الحديثة والتي تتكون أساساً من الرمل والكرتونات والغرين في داخل وادي السليل وبقية الوديان المتفرعة منه.

هيدروجيولوجية المنطقة

إن أهم المظاهر الهيدوجرافية في منطقة خيبر هي وادي السليل وما يتفرع منه مثل وادي رغوة. ويأتي وادي السليل من أعالي جبال

فحص العينات تحت المجهر لمعرفة معادنها المختلفة.

● جيولوجية المنطقة ●

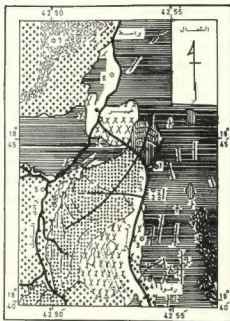
معظم الصخور في منطقة خيبر تتبع صخور ما قبل الكامبري، وتمثل الأجزاء العميقة من الدرع العربي. ويمكن تقسيم الصخور إلى وحدتين أساسيتين هما:

(١) المعقد القاعي لجبال عسير.

(٢) الصخور المتحولة التي يمكن أن تكافئ في العمر مجموعات حلي ويش والباحة (Schmidt et al, 1973)

ويتكون المعقد القاعي من أورثوتيس، بارانيس، مجانائيت، أمفيولايت ورخام، وتسمى هذه الصخور نيس خميس مشيط. ويبدو أن النشاط التكتوني خلال تكون جبال عسير بالإضافة إلى الأحداث التكتونية التالية تجعل من الصعوبة في بعض الأماكن التفريق بين الصخور البلوتونية التابعة لجبال عسير من صخور نيس خميس مشيط. ويوجد فوق نيس خميس مشيط سلسلة مميكة من الصخور المتحولة والصخور البركانية والرسوبية على سطح عدم توافق. لا يوجد كوتجلوميرات قاعدي أو أي سطح عدم توافق يمكن رؤيته في الخامس بين نيس خميس مشيط والصخور المتحولة الحديثة. وتوجد أجسام من الجرانيت وقياب

شكل رقم (٢) خريطة جيولوجية لمنطقة غير. جنوب غرب المملكة العربية السعودية.
(معدلة من خريطة 4 - GM, 19٧٣).



عالميا، الطفرة

[illegible]

Explain

عليه وسلامه

100

المركز الوطني للأمن وإدارة الأزمات
الرياض - المملكة العربية السعودية

بر الوفاء

1

—

برق و انرژی

ينها أقل من (٥٠٠) متراً، وعندئذ تصل إلى مجرى وادي الليل الذي يصب في خيبر. يوجد عدد من الآبار المحفورة باليد في منطقة خيبر. ويبدو من خلال الدراسة الحقلية أن المياه تحت السطحية في منطقة خيبر توجد في الرواسب والصخور المتحولة والتارية. أما التفاعلات ذات التفاضلية قرب الصدوع والمغطاة بالتربة السميكة فيمكن أن تكون خزائناً مائياً مناسباً. كما تتميز الصخور المتحولة والتارية في المنطقة بمسامية وتفاضلية عالية نتيجة لوجود التشققات والتحلل في هذه الصخور. وينراوح بعد الماء تحت السطحي في الآبار ما بين متر واحد إلى أكثر من ١٧ متراً تحت سطح الأرض. ويوضح جدول رقم (١) بعض المعلومات عن سبعة آبار رئيسية تمت دراستها في منطقة خيبر (أنظر الخريطة رقم (٢)).

عبر في الجنوب ويسير متجهاً نحو الشمال لمسافة تقرب من ٣٠٠ كم حتى يلتقي بوادي تليلث ووادي الدواسر والذي ينتهي في الريح الحثالي. وينحدر وادي الليل حوالي ثلاثة أمتار في الكيلومتر الواحد. ويتميز هذا الوادي بأنه عبارة عن سهل عريض في منطقة خيبر، وفي شرق الوادي توجد منطقة جبلية عالية تميل لثاجة وادي الليل (أنظر صورة رقم ١٤)، أما إلى غرب الوادي فتوجد منطقة الجبال الجزيرية وهي أجسام جرانيتية في سهل منبسط. ويتميز هذا السهل بأنه ذو تضاريس منخفضة مع نظام تصريف مائي جيد، ونظام التصريف على شكل مواز للجبال التي تحده المنطقة. وعلى بعد حوالي عشرة كيلومترات من قرية خيبر إلى الجنوب تضيق أرض الوادي وتبدأ السلسلتان الجبلتان الشرقية والغربية في الإقتراب حتى يبلغ البعد

جدول رقم (١)

جدول يوضح أسماء الآبار وأرقامها وأعمالها ونوعية خزائنها ومواقعها في منطقة خيبر - جنوب غرب المملكة العربية السعودية

رقم البئر	الموقع	العمق إلى مستوى الماء (م)	نوعية الخزان	اسم البئر
١	خيبر	١٧.٤	رواسب + صخور متحولة	عرق الدواسر
٢	خيبر	١٤.٢	رواسب	الكظفر
٣	وادي رغوة	١٥.٩	صخور متحولة	البردان
٤	وادي رغوة	١٥.٩	صخور متحولة	رغوة
٥	وادي الليل	١٣.٤	صخور متحولة	برم
٦	واسط	٩.٩	صخور متحولة	طلاح
٧	المعرب	١.٢	رواسب + صخور تارية	الظفر

إن دراسة المنطقة تبين أن الميل العام لمستوى الماء **Water Table** يتجه إلى الشرق، وهذا يدل أيضاً على أن الماء تحت السطحي يتجه من الغرب إلى الشرق. وتمثل الصور التوتوغرافية رقم (١) مناظر مختلفة لثلاثة آبار في منطقة خيبر الجنوب، وجميعها محفورة باليد. ويمثل الجدول رقم (٢) الخواص الطبيعية لمياه خيبر تحت السطحية. وتوجد في المنطقة بعض العنوم أو السدود الترابية التي يبنها المزارعون هناك خلال الوديان حتى يتمكنوا من الاستفادة من مياه الأمطار. وتسقط الأمطار عادة في شهور مارس وأبريل ومايو، أما الشهور التي لا تسقط فيها الأمطار عادة فهي سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر (Ministry of Agriculture and Water, 1975). وتبين الخريطة رقم (٣) معدل سقوط الأمطار السنوية على منطقة خيبر مقارنة ببقية المناطق في المملكة العربية السعودية (شلس، ١٩٧٣).

التأثير

عند فحص الجدول رقم (١) يبدو أن أكبر

عمق لمستوى الماء تحت السطحي يقع عند بئر عرق الدواسر (١٧.٤ متراً) وأقل عمق لمستوى الماء تحت السطحي يقع عند بئر الظر (١.٢ متراً). ويظهر من خلال هذا الجدول أن معظم الخزانات **Aquifers** في منطقة خيبر هي الصخور المتحولة حيث يوجد الماء في الشقوق والفجوات لهذه الصخور، وهناك بئر واحدة تتميز بأن الماء يوجد كلياً في رسوبيات الوادي وهي بئر الكظفر. ويوجد الماء فيها على عمق (١٤.٢ متراً). أما بئر الظر فهي البئر الوحيدة التي يكون فيها الماء على عمق صغير، وتتميز بأن الماء فيها يوجد في رسوبيات الوادي وفي شقوق الصخور التارية. ويظهر من جدول رقم (٢) أن مياه خيبر شائعة وبدون رائحة ولكن طعمها ملحي ما عدا بئري الطلاح والظر، ويختلف الطعم حسب كمية الأملاح الصلبة الكلية. وتتراوح قيم الرقم الهيدروجيني ما بين ٦.٥ و ٨.١. وهذا يدل على قلبية هذه المياه إلى حد ما.

• جدول رقم (٢) الخواص الطبيعية لمياه خيبر تحت السطحية •

اسم البئر						
الخواص الطبيعية	عرق الدواسر	الكظفر	البردان	رغوة	برم	الطلاح
اللون	لا لون	لا لون	لا لون	لا لون	لا لون	لا لون
الرائحة	لا رائحة	لا رائحة	لا رائحة	لا رائحة	لا رائحة	لا رائحة
الطعم	ملحي	ملحي	ملحي	ملحي	ملحي	عذب
الرقم الهيدروجيني	٧.٩	٧.٨	٧.٧	٧.٧	٧.٨	٨.١
						٧.٥

لعظم مياه غير. أما الصخور التي تقع وتغطي منطقة المغرب (بئر الظر) فهي صخور نارية متوسطة الحبيبات وقد أظهرت الدراسة المجهرية أن هذه الصخور ذات تركيب معدني يقع في حقل الجرانيت إلى كوارتز مونزونيت. أما فحص التربة في الحقل فيدل على أنها عبارة عن تربة رملية متوسطة إلى خشنة الحبيبات.

وعند دراسة قطاعات الصخور المتحولة تحت المجهر تبين أنها عبارة عن أمفيبوليت amphibolite تحتوي على المعادن التالية: بلاجيوكليس (أنورثايت ٢٠)، هورنبلند أخضر، أيدوت، بيروكسين وسفين وبعض المعادن القائمة التي يحتمل أن تكون معدن بايريت. وصخور الأمفيبوليت هي الصخور الحازنة

جدول رقم (٣)

التحليل الكيميائي لمياه غير تحت السطحية جنوب - غرب المملكة العربية السعودية

رقم العينة	اسم البئر	الرقم المبرمج	التوصيل الكهربائي	الكبريت	الكبريتات	الكربونات	الكالسيوم	المغنسيوم	الصوديوم	النترات
١		٧٠٩	٢١٧٩	٤٦٤	٣٤٣.٤	١٥٣.٠	١٤.٥	٩.١	١٤٩	٢.١
٢	الكفر	٧.٣	١٤٨٠	٣٩٧	٢١٠.١	١٩٩.٠	١٤.٩	٩.٣	١٤٩	٢.٠
٣	الزبدان	٧.٧	٢٠٠٠	٣٠٠	١٤٣.٠	٣٩٩.٠	١٤.٥	١٥.٩	١٦.٩	٤.٠
٤	دعنة	٧.٧	٢٠٩٠	٢٩١	٢٨٩.٠	٢١٢.٠	١٦.١	١٥.٨	١٧.١	٣.٩
٥	برم	٧.٨	١٥٠٧	٢٢٠	١٤٩.٠	٣٥٣.٨	١٤.٩	١٤.٩	١٨.١	٤.٢
٦	ملاح	٨.٦	١١٤٠	١٣٩	١٣٤.٠	١.٨	١.٨	١٩.٩	٢.٤	٣.١
٧	الشر	٧.٥	١٦٠٠	١٢٨	١٦٤.٠	١.٩	١.٩	١٧.٧	٢.١	٢.٩

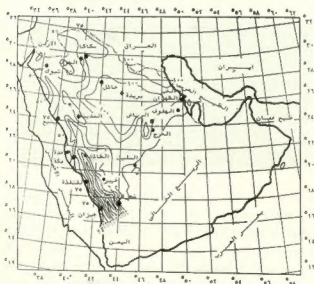
الكلية ما بين ٧٦٠ و ٢٤٣٥ جزء في المليون. وتتراوح نسبة الكلور ما بين ١٢٢ جزء في المليون في بئر الظر و ٤١٨ جزء في المليون في بئر عرق الدواسر، أما نسبة الكبريتات فتتراوح ما بين ١٢٤ جزء في المليون في بئر الظر لترتفع إلى ٣٥٣ جزء في المليون في بئر عرق الدواسر وتتراوح نسبة اليكربونات ما بين جزء في المليون في بئر الظر لترتفع إلى حوالي ٣٥٤ جزء في المليون في بئر

ويوضح الجدول رقم (٣) التحاليل الكيميائية لمياه غير ويظهر هنا أن التوصيل الكهربائي للمياه المخلطة يتراوح ما بين ١١٠٠ و ٣٤٧٩ ميكروموهر ، وهذه القيم عندما تضرب في معامل ٠.٧٥ تعطي كمية الأملاح الذائبة الكلية تقريباً)
(بالرغم من وجود بعض الاستثناءات لهذه القاعدة. وتتراوح كمية الأملاح الذائبة

المليون في بئر الفلر وترتفع هذه النسبة لتصل إلى ١٧٤ جزء في المليون في بئر برهم. وتبلغ نسبة البوتاسيوم ٤.٤ جزء في المليون في بئر برهم وتنخفض هذه النسبة إلى ٢ جزء في المليون في بئر الكطر.

برهم. أما نسبة الكالسيوم فتتراوح ما بين ٤٢ جزء في المليون في بئر الفلر لتصل إلى ٥٢٢ جزء في المليون في بئر برهم، أما نسبة المغنسيوم فتتراوح ما بين حوالي ١٧ جزء في المليون في بئر الفلر لتصل إلى ١٩٢ جزء في المليون في بئر برهم. وتتراوح نسبة الصوديوم ما بين ٣١ جزء في

شكل رقم (٣) خريطة الأمطار (معدل سقوط الأمطار السنوية) بالمملكة العربية السعودية.



معدل سقوط الأمطار في المملكة العربية السعودية

للفترة ١٩٦٦ - ١٩٩٢ م

في جميع الآبار تعود إلى خزان جوفي واحد، ولكن يمكن القول أن كل بئر لها خزان مغلق تكون داخل شقوق الصخور المتحولة والنارية وفي الرواسب. ولا شك أن لمواسم الأمطار دوراً كبيراً في تحسين نوعية المياه في جميع الآبار ولا سيما في آبار الجهة الغربية من منطقة خيبر.

إن تركيب مياه خيبر تحت السطحية تتأثر بالجفاف، وخاصة في أيام الصيف مما يزيد في تركيز كمية الأملاح وذلك بواسطة التبخر.

إن جودة المياه تحت السطحية في منطقة خيبر تعكس إلى حد كبير جيولوجية الخزانات، فغالباً ما يميل عادة إلى إذابة العناصر الموجودة في الصخور التي يمر خلالها. إن الأيونات الرئيسية التي تذيبها المياه تحت السطحية هي: الصوديوم، الكالسيوم، المغنسيوم، الميكروبيونات الكلورايد والكبريتات بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى بكميات قليلة جداً

(Davis and Deweist, 1976)

وجودة المياه هي تعبير شامل يصف مجموع الميزات الكيميائية للماء. وتحدد جودة المياه الاستعمالات المختلفة لهذه المياه. والواقع أن جودة المياه ذات أهمية بالغة بالنسبة للمملكة العربية السعودية حيث أنها تؤثر على صحة الأفراد والمجتمع، كما أنها تؤثر على تنمية الزراعة والصناعات المختلفة. وفيما يلي مواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO, 1971) بالنسبة لبعض الأيونات الرئيسية في المياه:

ملاحظة: جميع التحاليل بوحدة (PPM) جزء في المليون ما عدا الرقم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي أجريت جميع التحاليل في الملل الكيميائي بكلية الصيدلة - جامعة الملك سعود.

• المناقشة •

يظهر من الخريطة الجيولوجية رقم (٢) أن للجيولوجية المنطقة والتركيب الجيولوجي دوراً واضحاً على انسياب المياه تحت السطحية بالإضافة إلى تأثير التركيب الجيولوجي على المكونات الكيميائية لهذه المياه، فبئر عرق الدواسر موجود على صدع واضح ذو اتجاه شمال شرق - جنوب غرب وهو من أغزر الآبار في المنطقة، ولكن مياهه غير جيدة لأغراض الشرب أو الزراعة وهذا يعود ربما إلى زيادة نسبة الأملاح المذابة نتيجة لكثرة الشقوق مع تحلل الصخور إلى مكوناتها العنصرية. ويبدو أن معظم الآبار تتأثر بالصدوع الصغيرة الموجودة قرب جبل شاع بالإضافة إلى الصدع الكبير ذو الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب وهو الصدع الرئيسي في المنطقة. ويظهر أن بئري الطلاح والظر لم تتأثر بالصدوع في المنطقة، كما أن مياهها أكثر نقاءً وعذوبة، كما أن الليل العام للمنطقة هو إلى الناحية الشرقية، وهذا يجعل المياه تحت السطحية تلبب المزيد من الأملاح عند انسيابها من الناحية الغربية إلى الناحية الشرقية من المنطقة ولا يوجد دليل على أن المياه

الحد الأقصى	المفضلة	الوحدة
١٥٠٠	٥٠٠	الأملاح الكلية المذابة جزء في المليون
٩,٢-٦,٥	٨,٥-٧	تركيز الرقم الهيدروجيني -
٢٠٠	٧٥	كالسيوم جزء في المليون
٦٠٠	٢٠٠	كلوريد جزء في المليون
لا يوجد	لا يوجد	صوديوم -
لا يوجد	لا يوجد	بوتاسيوم -
١٥٠	٣٠	ماغنسيوم جزء في المليون
٤٠٠	٢٠٠	كبريتات جزء في المليون
لا يوجد	لا يوجد	بيكربونات -

بعض عينات مياه خبير تحتوي على نسبة عالية من اليكربونات ولكنها أقل من النسبة المصارة بالصحة العامة. ويبدو أن ارتفاع نسبة الأملاح المذابة الكلية في بعض عينات مياه خبير يمكن أن يسبب بعض الإضطرابات المعوية إذا شرب بكية كبيرة (WHO, 1971) وتتميز مياه خبير تحت السطحية، وخاصة بئر عرق الدواسر بكية عالية من الكبريتات ويعود هذا إلى أن الصخور المتحولة الذي تكون الحزان لهذه المياه تحتوي على كمية صغيرة من معدن البارايت، حيث يعطي تأكيد هذه المعادن الكبريتات. ويختلف تركيز الصوديوم من بئر إلى أخرى، وقد وجد أن تركيز الصوديوم يكون عادة أقل من ٢٠٠ جزء

ويظهر من استعراض مواصفات منظمة الصحة العالمية ومقارنتها بالجدول رقم (٣). أن مياه بئر الظفر والطلاح تعد مياه جيدة إلى حد كبير، ويمكن استخدام هذه المياه لأغراض الشرب أما بقية المياه للآبار الأخرى فتحتاج لمعالجة كيميائية خاصة لجعلها صالحة للشرب والاستهلاك الآدمي، ولكن يمكن أن تستخدم مياهها لأغراض الزراعة فقط. وقد وجد أن الزيادة في نسبة أيونات اليكربونات غير موصى بها بالنسبة للإستهلاك الآدمي، وخاصة إذا زادت عن ٥٠٠ جزء في المليون (Hem, 1959) أما الزيادة في نسبة اليوناسيوم فيعدهما في تغذية النبات. ويبدو أن



● منظر يمثل أجزاء من منطقة خيبر، ويوضح مجرى وادي السليل.

الميتاخ، امباراجوس النخيل، البصل،
الجزر، البطاطس، الخس، القرنيط، الطماطم
والخيار.

● التوصيات

فيما يلي ثلاث توصيات للمحافظة على
المياه تحت السطحية واستخدامها الأمثل
للزراعة وأغراض الشرب في منطقة خيبر.

١ - بناء سد خرساني رئيسي في المنطقة
وذلك لحجز مياه الأمطار واستخدامها
للشرب، بالإضافة إلى تعويض المياه
تحت السطحية المفقودة.

٢ - استخدام بعض الطرق الحديثة في

في المليون في ماء الشرب، (NAS & NAE, 1972) ويكون تركيز الصوديوم عادة أقل من ٢٠٠ جزء في المليون في جميع عينات مياه خيبر.

وتختلف النباتات في تحملها للتركيب
الكيميائي لمياه الري ونوعية التربة، وهما من
أهم العوامل التي تحدد أو ربما تمنع نمو بعض
أنواع المحاصيل، أما بعض الأنواع فيمكن أن
تنمو بطلاقة. وتتميز مياه خيبر بأنها ذات ملوحة
متوسطة إلى عالية (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954) ولذلك فإن المحاصيل الزراعية
التوسطة أو عالية التحمل يمكن أن تنمو بنجاح
في هذه المنطقة، وتشمل هذه المحاصيل



● مناظر مختلفة تمثل ثلاثة آبار مختلفة في منطقة خيبر، وجميعها محفورة باليد ●

المراجع

باللغة العربية:

- شلش، علي حسين (١٩٧٣). أطلس خرائط توزيع الأمطار في المملكة العربية السعودية - جامعة الملك سعود، الرياض.

باللغة الإنجليزية:

- American Public Health Association, American Water Work Association and

الري والزراعة مثل طريقة التنظيظ وهي إحدى الوسائل الناجحة في ري أشجار الفاكهة والخضروات.

٣- إنشاء معمل صغير لمعالجة المياه وتقطيرها لأغراض الشرب في المنطقة، حيث أن معظم المياه تحت السطحية في منطقة خيبر غير صالحة للشرب والاستهلاك الأدمي حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية.

●●●

don, Longman, pp. 801-802.

- World Health Organisation (1971). International Standards of Drinking Water. 3rd. Ed., Geneva.

- Davis, S.M. and Dewiest, R.I.M. (1966). Hydrogeology, John Wiley and Sons, New York, 2nd. Ed., 340pp.

- Hem, J.D. (1959). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water; U.S. Geol. Survey Water Supply Paper 1473, 269pp.

- Logan, J. (1961). Estimation of electrical conductivity from chemical analysis of natural water. J. Geophys. Res., Vol. 66, No.8, pp. 2479-2483.

- Ministry of Agriculture and Water, Dept. of Water Resources and Development, Hydrology Division (1976). Hydrological Publication No. 97, Vol. 1, Year 1971-1975, 117pp.

- National Academy of Science & National Academy of Engineering (1972). Water quality Criteria. Report Prepared by the Committee of Water Criteria at the

Water Pollution Federation (1976). Standard methods for the Examination of Water and Wastewater, 4th Ed., Washington, D.C., U.S.A.

- Coleman, R.G. (1975). Reconnaissance Geology of the Khaybar quadrangle. DGMR, Map. GM-4.

request of USEPA, Washington, D.C., 594pp.

- Schmidt, D.L., Hadley, D.G., Greenwood, W.R., Gonzales, L., Coleman, R.G., and Brown G.F. (1973). Stratigraphy and tectonism of the Southern part of Precambrian shield of Saudi Arabia. US.G.S. Saudi Arabian Project Report No. 139, D.G.M.R. Bull. 8, Jeddah, Saudi Arabia, 13pp.

- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils, USDA Handbook No. 60; U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 160pp.

- Vogel, A.I. (1972). Textbook of Quantitative Inorganic Analysis, 3rd. Ed., Lon-